

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA
OSTRAVA**

HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA

Katedra environmentálního inženýrství

**Výskyt invazní hvězdnice kopinaté (*Symphyotrichum lanceolatum*) na
svazích odvalu Ema**

Bakalářská práce

Autor:

Natálie Urbanová

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Hana Švehláková, PhD

Ostrava 2020

VŠB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA

FACULTY OF MINING AND GEOLOGY

Department of Environmental Engineering

**Occurence of the invasive aster (*Symphyotrichum lanceolatum*) on slopes
of the Ema mine dump**

Bachelor thesis

Author:

Natálie Urbanová

Supervisor:

Ing. Hana Švehláková, PhD

Ostrava 2020

Zadání bakalářské práce

Student: **Natálie Urbanová**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 3904R005 Environmentální inženýrství
Téma: **Výskyt invazní hvězdnice kopinaté (*Symphyotrichum lanceolatum*)
na svazích odvalu Ema**
Occurrence of the invasive aster (*Symphyotrichum lanceolatum*) on
slopes of the Ema mine dump
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod do problematiky
2. Rešerše literárních zdrojů
3. Metodika
4. Výsledky a diskuze
5. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

- MLÍKOVSKÝ, J., STÝBLO, P. 2006: Nepůvodní druhy fauny a flóry ČR-vyšší rostliny. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha. ISBN 80-86770-17-6
- PYŠEK, P., DANIHELKA, J., SÁDLO, J., CHRTEK, J. JUN., CHYTRÝ, M., JAROŠÍK, V., KAPLAN, Z., KRAHULEC, F., MORAVCOVÁ, L., PERGL, J., ŠTAJEROVÁ, K., TICHÝ, L. 2012. Catalogue of alien plants of the Czech Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns. – Preslia 84: 155–255
- JEDLIČKA, J., PRACH, K. 2006. A comparison of two North-American asters invading in central Europe. Flora 201(8), 652-657. ISSN 03672530
- CHMIELEWSKI, J., G., SEMPLE, J., C. 2001. The biology of Canadian weeds. 113. *Symphyotrichum lanceolatum* (Willd.) Nesom [*Aster lanceolatus* Willd.] and *S. lateriflorum* (L.) Löve & Löve [*Aster lateriflorus* (L.) Britt.]. Canadian Journal of Plant Science 81 (4), 829-849.
- OBRATOV-PETKOVIĆ, D., BJEDOV, I., NEŠIĆ, M., BELANOVIĆ SIMIĆ, S., ĐUNISJEVIĆ-BOJOVIĆ, D., SKOČAJIĆ, D. 2016. Impact of invasive aster *lanceolatus* populations on soil and flora in urban sites. Polish Journal of Ecology, 64(2), 289-295.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Hana Švehláková, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2019

Datum odevzdání: 30.04.2020



doc. Ing. Silvie Heviánková, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení autora bakalářské práce

- *Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu. Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.*
- *Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).*
- *Souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*
- *Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>*
- *Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.*
- *Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

V Ostravě dne

28.5.2020

Natálie Urbanová



Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat především paní doktorce Haně Švehlákové za její ochotu, vstřícnost a především trpělivost při spolupráci na této práci. Dále mé díky patří rodině, která mě neustále motivovala pro další studium a spolužákům.

Anotace

Předmětem této bakalářské práce je studium invazní rostliny hvězdnice kopinaté *Symphyotrichum lanceolatum*, která byla pozorována na svazích odvalu Ema na území města Ostravy.

První teoretická část odkazuje na charakteristiku zájmového území. Vznik haldy, její popis a také přírodní poměry. V práci je důsledně zmíněna problematika zabývající se invazními druhy na území České republiky. Po úvodu do této problematiky je práce zaměřena na popis konkrétního invazního druhu – hvězdnice kopinaté (*Symphyotrichum lanceolatum*).

Druhá metodická část se zaměřuje na metodiku zpracování dat z terénních praktik a z laboratoří. Je zde práce s laboratorními pomůckami a také aplikací excel. Popsány jsou také postupy pro zpracování vzorků, které byly odebrány v terénu a výsledky půdní semenné banky z odběrů na odvalu.

Klíčová slova: invazní druh, *Symphyotrichum lanceolatum*, odval, management, rizikovost

Anotation

The subject of the bachelor thesis is the study of invasive plant daisy lanceolate *Symphyotrichum lanceolatum* that was observed on the slopes of the dump Ema at the area of Ostrava city.

The first theoretical part refers to the characteristics of the area of interest. The origin of the heap, its description and also natural conditions. The problematics of the invasive species in territory of the Czech republic is consistently mentioned in this thesis. After the introduction the thesis is focused on the description of the respective invasive species – aster lanceolate (*Symphyotrichum lanceolatum*).

The second part is focused on methodology of data processing based on field practices and laboratories. Laboratory aids and help of excel tables were used. Procedures for processing samples are described as well as soil seed bank dump of the samples that were taken in the field.

Keywords: invasive species, *Symphyotrichum lanceolatum*, dump, management, risk

OBSAH

OBSAH	8
1. ÚVOD	1
2. ÚVOD DO PROBLEMATIKY	2
2.1 Základní pojmy	2
2.2 Black, Grey a Watch lists.....	3
2.3 Původ a historie invazních druhů.....	4
2.4 Invazibilita ekosystémů.....	5
2.5 Důsledky výskytu invazních druhů.....	6
2.6 Budoucnost invazních druhů.....	6
2.7 Management invazních druhů.....	7
2.8 Metody managementu invazních druhů.....	7
3. CHARAKTERISTIKA DRUHU SYMPHYOTRICHUM LANCEOLATUM	8
3.1 Rozmnožování	11
3.2 Rizikovost hvězdnice kopinaté	11
4. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ – odval EMA.....	11
4.1 Přírodní podmínky na odvalech	11
4.2 Geografické vymezení odvalu Ema	12
4.3 Geomorfologické poměry odvalu Ema	13
4.4 Geologické poměry odvalu Ema.....	14
4.5 Klimatické poměry odvalu Ema	14
4.6 Hydrogeologické poměry odvalu Ema	15
4.7 Hydrologické poměry odvalu Ema	15
4.8 Pedologické poměry.....	15
4.9 Fauna a flóra.....	16
5. PŮDNÍ SEMENNÁ BANKA.....	18
6. METODIKA	20

6.1 Terénní práce a odběrová místa	20
6.2 Laboratorní práce	26
6.3 Zpracování dat.....	27
VZOREK 1	29
VZOREK 2	30
VZOREK 3	31
VZOREK 4	32
VZOREK 5	33
VZOREK 6	34
VZOREK 7	35
VZOREK 8	36
VZOREK 9	37
7. VÝSLEDKY.....	38
8. DISKUZE	41
9. ZÁVĚR.....	43
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	1
SEZNAM GRAFŮ.....	5
SEZNAM OBRÁZKŮ	5
SEZNAM TABULEK	6

1. ÚVOD

Hlavním předmětem této bakalářské práce je seznámit čtenáře s problematikou nepůvodních a invazních druhů na našem území a především zdůraznit rychlou expanzi těchto druhů. Čtenář porozumí pojmům, které se této problematiky týkají a bude schopen je i vysvětlit.

Hlavní zaměření této práce je, v první odborné části, na jeden konkrétní invazní druh a to na *Symphyotrichum lanceolatum*, který není v podvědomí široké veřejnosti natolik znám jako jiné invazní druhy rostlin nebo živočichů. Tento druh je pak i popsán stylem řešerše odborných publikací. Práce je soustředěna na místo výskytu *Symphyotrichum lanceolatum* a to na haldu Ema na území města Ostravy. Tato lokalita je rovněž charakterizována přes své přírodní poměry, které jsou rozepsány v podkapitolách.

Druhá část je zaměřena na metodiku a zpracování dat, které byly nasbírány v terénu. Popsán je způsob sbírání vzorku na určených odběrových plochách, také jejich následné zpracování v laboratoři a nezbytné pomůcky pro určení správných hodnot. Jednotlivé vzorky jsou popsány orientačně na místě odběru a také odborně pomocí určených metod k této práci. Na devíti vzorcích půdy je zkoumaná rovněž půdní semenná banka odvalu Ema.

Cílem této práce je zjistit výskyt hvězdnice kopinaté na odvalu Ema. Dále se zabývat jejím květenstvím, které je bohaté na semena, která je nutné orientačně spočítat. Důležité je zjistit i obsah semen v půdní semenné bance, která je zkoumaná v devíti odběrech.

2. ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Jedním z velkých ekologických problémů dnešní doby je invaze nepůvodních druhů rostlin a živočichů mimo jejich původní stanoviště. Velký vliv na tyto změny v druhovém složení mají socioekonomické faktory – vliv lidské činnosti. Lidstvo už po staletí při svém hledání vhodných míst k osidlování potřebovalo i příznivé podmínky pro zemědělství a s migrací obyvatelstva přicházely i nové rostliny. Tyto změny v druhovém složení mohou mít nemalé změny nejen na krajinnou rozmanitost, ale i na zdraví člověka (Wei, 2020). Následující podkapitoly budou věnovány vysvětlení pojmů pro správné pochopení problematiky, rostlinným invazím a invazím v krajině České republiky.

2.1 Základní pojmy

V průběhu evoluce se se na určitém území vyvinul druh, který je nazýván **původní**. Na své trvalé stanoviště mohl být zavlečen, ale bez přispění člověka (Pyšek, 2004).

Druhy, které jsou v našich podmínkách původní, ale díky změně některých přírodních podmínek (např. obohacování půdy dusíkem z hnojení) se jim daří více a díky tomu se i šíří neboli expandují, se nazývají **expanzivní**. Mezi tyto druhy patří např. jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) nebo třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) (Hošek, 2020)

Nepůvodní druhy (může být použito i další synonymum - zavlečené) jsou přítomny v naší krajině díky lidské činnosti, kdy tyto druhy překonaly biogeografické hranice. Objevují se v krajině jako výsledek záměrného nebo nevědomého zavlečení člověkem. Mohlo také dojít k spontánnímu rozmnožení z jiných regionů, kde už člověkem zavlečeny byly. Přesto se tyto druhy do svých nepůvodních stanovišť dostaly vlivem člověka (Pyšek, 2012). Jiné aspekty jako jsou např. globální oteplování či kyselé deště, nejsou chápány jako vliv člověka. Původní druhy, které díky těmto procesům, byly nuceny změnit své dosavadní stanoviště, nejsou zavlečené, pokud není jasný důkaz významných skoků v distribuci, které lze připsat šíření propagulí pomocí člověka. Je však možné, že z cizích druhů se v budoucnu stanou druhy invazní (Pyšek, 2004).

Dalším pojmem je **přechodně zavlečený druh**. Jde o druh, který může vzkvétat a dokonce se i přechodně rozmnožovat v oblasti mimo svou kultivaci. Nakonec tento druh vyhyne kvůli tomu, že nevytváří samotné rozmnožovací populace, ale protože je rozšiřován výhradně antropogenně a vlastní distribuce není schopen (Pyšek, 2004).

Podobně jako přechodně zavlečený druh se můžeme setkat s **naturalizovaným druhem**. Ovšem toto označení se již používá spíše pro druhy, které se po dobu min. 10 let byly schopny samostatně rozmnožovat bez vlivu člověka (Pyšek, 2004).

Největší hrozbou jsou **invazní druhy**, kterým je nadřazená skupina naturalizovaných druhů. Tyto druhy se zpravidla šíří velmi rychle, často jsou vzdáleny i od svých mateřských populací a obsazují nemalá území. Dále taxony, které se rozšířily ze svého původního stanoviště už dříve, ale v současné době se nerozšiřují, protože již jimi byla dosažena celková možná oblast jejich rozšíření, se také považují za invazní druhy. Je totiž u nich předpokládáno, že se při uvolnění další plochy budou dále šířit (Pyšek, 2004).

V České republice je celkem 3 557 taxonů flóry a z tohoto celku je až 1 454 nepůvodních taxonů. Dále je toto číslo 1 454 možné rozdělit na **archeofyty a neofyty**. Archeofytů je registrováno kolem 350 taxonů a v očích široké veřejnosti zdomácněly natolik, že by nebyly vnímány jako nepůvodní. Jsou to převážně polní plevely např. koukol polní (*Agrostemma githago*), který je dokonce přísně chráněn v důsledku ohrožení. Neofytů je 1 104 a číslo nemusí být konečné. Nejčastěji taxony přibývaly z oblasti středomoří, ale po 70. letech 19. století se začaly objevovat taxony i z jiných částí světa, jako je Asie nebo Amerika (Skálová et al., 2014).

2.2 Black, Grey a Watch lists

Legislativa, výzkum a management není zcela jednotný v pohledu na invazní a zavlečené druhy a proto bylo nutné vyjádřit potenciální hrozbu a také následky formou Black, Grey a Watch lists (černé, šedé a varovné seznamy). Součástí těchto seznamů je i navrhovaný management invazních druhů (Pergl et al., 2016).

Podle poslední studie je na Black list 78 rostlin, na Grey list 47 rostlin a na Watch list je 25 druhů z rostlinné říše. Způsob jakým je konkrétní druh zařazen na určitý seznam je kombinací faktorů, např. vliv druhu na své okolí, vliv na zdraví člověka nebo populační status (Pergl et al., 2016). Black list se dělí ještě na tři další subkategorie, podle míry dopadu na životní prostředí.

Black list 1 (BL1): Na tento seznam patří druhy s největším vlivem a dopadem na své okolí a jejich regulace je žádoucí. Jejich populace by měla být řízena kdykoli je to možné ačkoliv se již na našem území vyskytují ve velké míře (Pergl et al., 2016). Mezi takto zařazené druhy patří např. bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*) u něhož byly

prokázány i negativní vlivy na lidské zdraví a to popáleniny pokožky nebo alergie (Nielsen et al., 2005).

Black list 2 (BL2): Druhy, jejichž rozšíření závisí silně na vlivu člověka. Nejčastěji jde o kombinaci volného rozšíření mimo pěstitelské oblasti a pak samovolnému rozmnožování. Tyto druhy mají střední až velký environmentální vliv, ale malý socioekonomický. Na tento list patří např. javor jasanolistý (*Acer negundo*) (Pergl et al., 2016). Pokud se tyto druhy vyskytují na území, které spadá pod ochranu přírody, měly by být odstraněny (Švehláková et al., 2019).

Black list 3 (BL3): Jedná se o druhy, jejichž současné rozšíření je výsledkem spontánního rozmnožení nebo zavlečení, které nebylo záměrné, např. šťovík alpský (*Rumex alpinus*). Doporučovaný management závisí na místních potřebách a také na možných zdrojích určených k vyhlazení. Protože žádný tento druh není vysazován záměrně ani neúmyslně šířen, může být jejich regulace přímočařejší než u BL2. Jejich přítomnost v městských a příměstských oblastech je tolerována (Pergl et al., 2016).

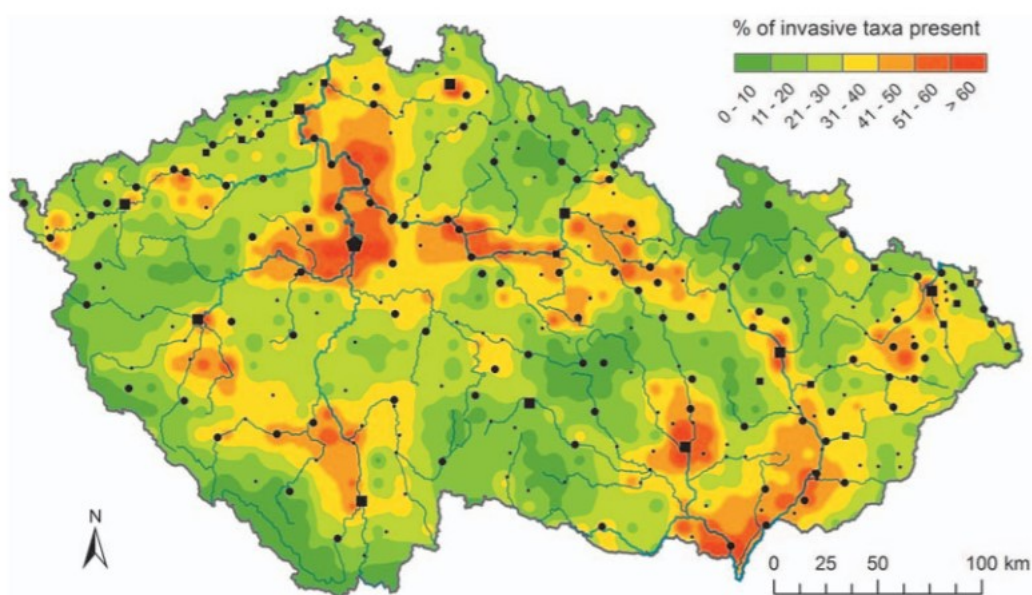
Grey list: V současnosti mají tyto druhy omezený environmentální dopad. Jejich šíření je regionální i lokální. Druhy vyskytující se na tomto seznamu, jako např. netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), které jsou mimo chráněná území, nemusí být řízeny nebo hubeny. Může se akorát zamezit jejich dalšímu šíření (Pergl et al. 2016).

Watch list: V České republice se zatím tyto druhy jako invazní nenacházejí, ale jsou invazní v okolních zemích, které mají podobné klimatické podmínky a díky tomu mohou být zavlečeny k nám. Pro tyto případy je vytvořený varovný seznam. Druhy tohoto výčtu se často nacházejí na zahradách nebo parcích, typickou parkovou dřevinou je pavlovnie plstnatá (*Paulownia tomentosa*), proto je vhodné je sledovat (Pergl et al. 2016).

2.3 Původ a historie invazních druhů

Česká republika jako centrální stát Evropy je z historického pohledu křižovatkou důležitých cest. Toto geografické umístění činí naše území náchylnější k zavlečení jiných druhů. Původní druhové složení rostlin není natolik bohaté, jak by se mohlo zdát. Jde přibližně o 2700 taxonu. Zajímavější je potom druhotné obohacení flóry o druhy nepůvodní. Časově se odhaduje historie prvních nepůvodních druhů od poslední zalednění, kdy byly zavlečeny nepřírozené druhy člověkem a to buď úmyslně nebo omylem. Samotný vliv člověka je patrný už neolitické revoluce, kdy se rozvíjelo zemědělství. Velké změny

v introdukci nepůvodních druhů do naší krajiny nastaly v druhé polovině 19. století s průmyslovou revolucí a otevření velkých obchodních cest. Postupně se měnilo i využívání zemědělské krajiny. Člověk nepřicházel tolik do přímého styku s půdou, ale je spíše prostředníkem mezi stroji a samotnou přírodou. Původní druhy se vyskytovaly především v pohraničí, zatímco nepůvodní se v postagrární krajině značně rozvíjely. Z celkového počtu nepůvodních introdukovaných druhů je 322 archeofytů a 1056 neofytů (Mlíkovský, 2006). Na následujícím obrázku (Obrázek 1) jde vidět Česká republika s oblastmi nejvíce se vyskytovaných neofytů.



Obrázek 1: Zastoupení neofytů v ČR vyjádřeno v procentech (Pyšek et al., 2012)

2.4 Invazibilita ekosystémů

Invazibilita je náchylnost ekosystému k invazi, opakem je resistance neboli odolnost. Zda je jeden ekosystém náchylnější než druhý a do jaké míry, je ovlivněno různými faktory. Z geografických faktorů jsou ostrovy invadovány více než pevnina. Důvodem je, že na ostrovech se při stejně velké části a podobných podmínkách jako na pevnině, vyskytuje méně druhů. Tyto druhy se adaptovaly podmínkám a díky menší druhové diverzitě je možné, že zdroje živin nemusely být zcela využity, a proto po zavlečení jiného druhu byly vhodné podmínky pro jeho reprodukci. U ostrovních druhů nebyla vyvinuta v rámci evoluce schopnost odolávat a nové zavlečené druhy se snadno staly konkurenty. Kontinenty se také liší v míře invadibility. Eurasie je největším zdrojem původních druhů a je tedy i jakýmsi donorem (dárce) pro ostatní světadíly, které jsou akceptory (příjemci). Lze tedy říci, že

velké množství nepůvodních druhů je evropského původu. Z historického hlediska k zavlečení nových druhů docházelo při objevování nových kontinentů. Dalším faktorem podmiňující invadibilitu je podnebí. Bylo zjištěno, že tropické oblasti mají menší podíl nepůvodních nebo naturalizovaných druhů než oblasti s mírným klimatem. Příčinou je přirozená odolnost tropickým druhům proti invazím, díky značné biomase a rychlému obnovení vegetačního krytu po jeho narušení (Chytrý a Pyšek, 2009).

2.5 Důsledky výskytu invazních druhů

Jak už bylo zmíněno, invazní druhy se na našem území vyskytují především vlivem člověka. Jak i z obrázku 1 vyplývá, nejvíce nepůvodních druhů se vyskytuje v oblasti většího zalidnění a měst. Díky změně využívání krajiny se mění také její živinové poměry, které mají vliv na šíření nepůvodních druhů, které jsou lépe adaptovány na tyto změny. Některé druhy nesnáší vysoký obsah živin, jiné ho naopak vyžadují. Je pak zřejmé, že druhy, kterým tato změna v hospodaření v krajině (např. obohacení dusíkem) vítají a má to vliv i na jejich stabilitu ve společenstvu. Mezi druhy adaptované na vysoký obsah dusíku v půdě patří např. původní kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) a ze stejného důvodu adaptace se daří i invaznímu druhu celíku kanadskému (*Solidago canadensis*). Je zřejmé, že pokud má invazní druh příhodné podmínky pro svůj růst a rozvoj, může dokonce tvořit homogenní porosty, kde původní druh takřka nemá šanci přežít. Takovéto homogenní porosty tvoří např. bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), který se šíří v prostředí luk středních a podhorských poloh, které byly předtím druhově bohaté. Kromě ztrácející se diverzity v důsledku invazních druhů, stojí tyto druhy i za hospodářskými problémy. Na rozsáhlých plochách s aridním klimatem v USA jsou invazní tamaryšky (*Tamarix sp. div.*), které snižují dostupnost vody. Tamaryšky mají také na svědomí ovlivnění záplavového systému tamních řek, kdy místo relativně klidných a pravidelných záplav přicházejí ničivé povodně (Hejda, 2017).

2.6 Budoucnost invazních druhů

Podle posledních studií počet invazí vzrostl. Za posledních 40 let bylo až 37 % nepůvodních druhů zavlečeno na nové stanoviště. Dokonce v maximálních výchylce za sledované období bylo zavlečeno v průměru 1,5 druhu denně na evropském kontinentu. Tato invazní rychlost při zavlékání nepůvodních druhů rostlin přináší negativní jevy, zmenšující se druhovou diverzitu, která je si podobnější v různých částech světa. Rychlost nelze

zpomalit, díky rozvíjejícímu se obchodu a také sílící rezistenci nepůvodních druhů (Pyšek, 2008).

2.7 Management invazních druhů

Základním pilířem managementu je prevence šíření invazních druhů do volné krajiny. Aby byla vhodně zvolena metoda prevence a následného managementu je důležité stanovit, kde tato metoda bude využita. Management se bude lišit na zemědělské půdě nebo na březích toků či na zvláště chráněných územích a biotopech s výskytem vzácných a chráněných druhů. Při volbě managementu je důležité zvážit, jaký má daný druh vliv na okolní druhy. Velmi invazní křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*) poskytuje potravu včelám a motýlům, dokonce i na podzim. Po skončení managementu je podstatný i monitoring dané oblasti, který může trvat i několik let (Švehláková et al., 2019).

2.8 Metody managementu invazních druhů

Mechanické metody: Tyto metody jsou šetrné k životnímu prostředí a jsou vhodné téměř ve všech lokalitách. Nejvhodnější metodou pro bodový výskyt invazních rostlin je **vytrhávání a vyrývání**. Metoda je vhodnější pro jednoleté druhy, v případě víceletých se vytrhávání a vyrývání musí opakovat. Pozor by se mělo dávat u vyrývání na hlízy a oddenky, ze kterých by následně mohly vzniknout hustší populace, proto je důležité celé místo pečlivě vysbírat. Dalším typem mechanické metody je **kosení a vyžínání**. Pomocí kos, křovinořezů nebo srpů je možno dosáhnout účinnosti na větších územích. Pokud je metoda použita včas, lze zabránit i vysemenění. Pokosená biomasa musí být odstraněna, protože semena některých druhů mohou dozrát i na již zkosené rostlině nebo rozmnožení může nastat i z úlomků biomasy. Poměrně časově i fyzicky náročný je **sběr semen a plodů**. Zpravidla se tato metoda využívá u plodů, které jsou větší a těžší, např. žaludy. Velmi ekologickou metodou je **pastva** hospodářskými zvířaty. Aby byla pastva účinná, provádí se nejčastěji na jaře, kdy i samotné invazní druhy jsou více požitelné pro zvířata. Také se musí brát v potaz, že ne všechna zvířata snášejí daný druh, který pro některé druhy může být i jedovatý. Invazní druh není odstraněn úplně, proto je tato metoda doplněna jinou, nejčastěji chemickou (Švehláková et al., 2019)

Chemické metody: metody, které jsou založeny na používání herbicidů. Tyto metody jsou velmi účinné, ale je nutné brát ohled, že mohou mít vedlejší účinky. Jsou velmi toxické, takže v blízkosti toků mohou ohrozit rybí populace. Toxicita je problémem i pro člověka,

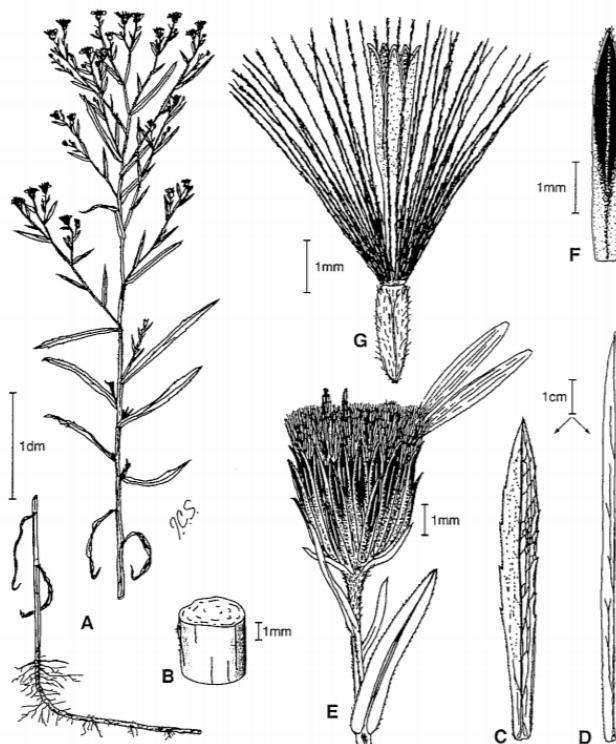
protože některé postřiky jsou karcinogenní. Herbicidy můžeme rozdělit na **kontaktní**, kdy aplikovaný herbicid působí pouze v místě kontaktu nebo **systémové**, u kterých látka proniká do cévních svazků, ve kterých je přenášena do celé rostliny. Herbicidy mohou být ještě děleny podle působení na **selektivní** a **totální**. Selektivní herbicidy působí na způsobu dehydratace a srážení bílkovin, jejich účinek je jen proti určité skupině rostlin, která má své specifika, např. dvouděložné širokolisté trávy. Totální herbicidy likvidují všechny rostliny, jež byly tímto herbicidem zasaženy. (Švehláková et al., 2019)

Biologické metody: metody, kdy jsou proti invazním druhům rostlin použity živé organismy. Mohou to být herbivoři, přirození nepřátelé nebo patogenní mikroorganismy. Bohužel tyto živé organismy mohou být také nepůvodní a mohlo by se stát, že se stanou invazními a to je problém (Švehláková et al., 2019)

3. CHARAKTERISTIKA DRUHU SYMPHYOTRICHUM LANCEOLATUM

Tato část bude zaměřena charakteristiku druhu *Symphyotrichum lanceolatum*, na jeho výskyt ve světě i u nás a jeho invaznost.

Česky má tato rostlina dva názvy; **astra kopinatá** nebo **hvězdnice kopinatá**. Je to 50 – 130 cm vysoká bylina z čeledi hvězdnicovité (*Asteraceae*). Spodní listy jsou eliptické, dlouhé a sbíhají na řapík. Mohou být až kopinaté. Vrchní listy jsou přisedlé k lodyze, ale neobjímají ji, tvarem jsou kopinaté. Listy mohou být lysé nebo sem tam chlupaté. Květy mají barvu bílou či namodralou s tvarem jazykovitým, kdežto květy, které jsou trubkovité mají barvu žlutou (Hroneš, ©2009). Vnější kališní lístky mají délku menší než 2/3 vnitřních okvětních lístků (Semple a Chmielewski, 1987). K lepšímu pochopení těla hvězdnice kopinaté poslouží obrázek 2.



Obrázek 2: Popis těla hvězdice kopinaté (Chmielewski a Semple, 2000)

Popis částí:

A: obvyklá velikost rostliny

B: detail řezu stonkem

C,D: list

E: květenství

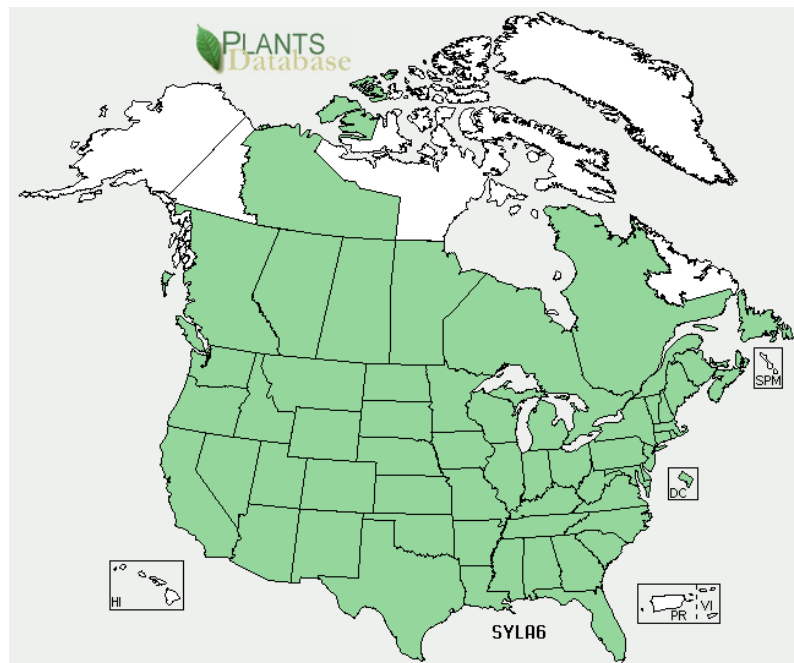
F: okvětní list s tmavě vyznačenou částí obsahující chlorofyl

G: zralá ochmýřená nažka

Druh *Symphyotrichum lanceolatum* je neofytem, tedy rostlinou, která se v České republice vyskytla v novodobé době, přesné datum zavlečení však není k dispozici. Podle katalogu invazních a nepůvodních druhů u nás, se jedná o invazní druh. Tato bylina se řadí mezi vytrvalé druhy a dnes se již vyskytuje se běžně (Pyšek et al., 2012). Původně ji lidé pěstovali na svých zahradách, kde sloužila jako okrasná, ale rozšířila se mimo pozemky a začala zplaňovat (Hroneš, ©2009). Její domovinou je Severní Amerika (Pyšek et al., 2012). Jak jde vidět z obrázku č. 3, mimo Aljašku pokrývá celou USA a také se vyskytuje ve většině

Natálie Urbanová: Výskyt invazní hvězdnice kopinaté (*Symphyotrichum lanceolatum*) na svazích odvalu Ema

provincií Kanady. Předpokládá se, že do Evropy byla zavlečena poprvé v roce 1830 (Obratov-Petković et al., 2009).



Obrázek 3: Obrázek výskytu hvězdice kopinaté (plants.cs, ©1997)

Hvězdnice kopinatá zaujímá první příčky invazních druhů v Evropě. Typická invadovaná stanoviště jsou kolem vodních toků, opuštěných oblastí, na okrajích lesů nebo na vlhkých loukách, rumišťích, huminózní půdách (Obratov-Petković et al., 2009). Nároky na půdní složení nejsou vysoké. Substrát může být vlhký, bez kamenů, se středním množstvím organického materiálu a pH mezi 4,6 – 7,8. Ovšem tyto faktory nemají vliv na její rozšiřování (Chmielewski a Semple, 2001). Jak už bylo řečeno, typický výskyt hvězdnice je kolem vodních toků a díky tomu také stabilizuje břehy řek a slouží k zadržování sedimentace. Zmírnění sedimentace v korytech řek snižuje možnost meandrování vodních toků (Obratov-Petković et al., 2009). Mladé výhonky se mohou vyvinout na koncích systému oddenků z předchozího roku. Vztyčené, vzestupné stonky jsou od sebe vzdáleny 5-15 cm. Pokud stonkům nestojí v cestě nějaká fyzická bariéra, bývají radiálního tvaru (Chmielewski a Semple, 2001).

3.1 Rozmnožování

Jedním z rozmnožování hvězdnice kopinaté je generativně, pomocí suchých plodů – nažek. Ty, protože jsou lehké a ochmýřené, jsou lehce přenášeny větrem. Barva plodu je hnědá (Kovanda a Kubát, 2004).

Druhým možným rozmnožováním tohoto druhu je nepohlavně (vegetativně) pomocí oddenků z kořenového systému. Mladé výhonky se často vyskytují v blízkosti matečních rostlin (Chmielewski a Semple, 2001).

3.2 Rizikovost hvězdnice kopinaté

Problémem je, že tento druh je díky nápadně pěkným květům často pěstovaný na zahrádkách a tak je velmi běžným okrasným druhem v České republice. Díky své popularitě lze konstatovat, že její šíření bude stále probíhat, především v přirozených společenstvech. Proto je třeba, zejména v chráněných oblastech, tento druh sledovat a monitorovat jeho expanzi. Hvězdnice kopinatá se může i mezidruhově křížit i s jinými příbuznými druhy. Zatím je známa hybridizace mezi hvězdnicí novoanglickou (*Aster noviae-angliae*) a hvězdnicí novobelgickou (*Aster novi-belgii*). Po takovém nárůstu potomstva je konkurenceschopnost původní druhů minimální. V důsledku svého vysokého potenciálu v rozšiřování je hazardní pro biodiverzitu původních druhů. V případě aluviálních společenstev rozšíření toho invazního druhu bývá velkoplošné (Mlíkovský a Stýblo, 2006).

4. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ – odval EMA

Odvaly vznikají současně při dobývání uhlí. Skládají se převážně z hlušiny, což jsou horniny, které doprovázejí uhelné sloje. Vytěžená hlšina se nejčastěji ukládá na povrch, čímž vznikají odvaly. Může se také využívat k zavážení poklesových kotlin. V našem regionu tak vzniklo až 50 odvalů, které se liší svým tvarem, rozlohou a objemem (Schwarzerová, 2010).

4.1 Přírodní podmínky na odvalech

Odvaly v Ostravském rajónu jsou tvořeny karbonskými sedimenty. Nejčastější horniny jsou pískovce, prachovce a jílovce. Jílovce obsahují částice břidlic, které jsou prostoupeny vrstvami uhlí. Méně se už vyskytují živiční břidlice nebo drobnozrnné slepence. Hlšina, jenž se vytěžila v dolech byla na haldu dovezena bez třídění. Teprve později docházelo k protřídění hlušiny, pro získání většího množství těžebního materiálu. Vytěžené

uhlí se pralo a výpěrky, které zůstaly se ukládaly tak, že odval měl minimální pórovitost, která se s postupným zhutňováním ještě zmenšovala. Fyzické vlastnosti hornin určovaly, které vrstvy v odvalu budou nejnižší, a které se budou držet výš. Pískovcové horniny jsou kompaktnější a také pevnější oproti třeba horninám jílovitým, proto se také při sypání haldy drží na jejím úpatí. Fyzikální vlastnosti umožňují rychlejší a lepší zvětrávání jílovitých hornin. Ty potom tvoří menší jamky k lepšímu usazování a zachytávání semen rostlin. Na odvalu vlivem vody z deště probíhá eroze, která je typická po svazích odvalu. Také chemické vlastnosti se zde projevují a to především v substrátu, kde je jeho chemismus dán chemickými vlastnostmi hornin. Hlušina je bohatá na minerální živiny ať už jde o oxid draselný, oxid fosforečný nebo oxid hořečnatý. Vody, které odtékají z odvalu jsou těmito minerály přímým důkazem. Vody mají pH kolem 7 což je neutrální hodnota, někdy bývají i mírně zásadité. Problém nastává po příměsi minerálů markazitu a pyritu, které obsahují síru. Následně pak vlivem vody a vzdušného kyslíku oxidují na síran železnatý a kyselinu sírovou. Kyselina sírová je především toxická pro rostliny. Zvýšená acidita půd je rovněž příčinou rozpouštění řady minerálních látek, které jsou obsaženy v půdě a k mobilizaci prvků toxických pro rostliny. Na půdy má vliv i spád tuhých znečišťujících látek, který působí pufrálně na pH půd a proto v minulosti mohl tlumit vliv kyseliny sírové. Půda na odvalech obecně postrádá humusové látky, které nejsou přirozeně součástí hlusiny, ale mohou se vytvořit po biotickém osídlení odvalu rozkladem uhynulých částí. Faktor ovlivňující mikroklima je nejčastěji expozice svahů. Svahy s orientací na jih jsou vystavovány výkyvům teplot a také v noci na nich může docházet k sálání tepla z hornin, které teplo přijímaly ve dne. S tím souvisí i teplota půdy, která je vyšší a také vyšší výpar, který celou stranu vysušuje. Naopak svahy severní, které nejsou vystavovány tolika slunečnímu záření jsou vlhčí a chladnější (Jaroš, 2018, Havrlant et al., 1967)

4.2 Geografické vymezení odvalu Ema

Odval Ema s 324 m.n.m. se nachází na katastrálním území Slezské Ostravy, která je součástí statutárního města Ostravy v Moravskoslezském kraji. Komplex odvalu Ema je téměř ze všech částí obklopen zástavbou, jak je patrné z obrázku 4 pod textem. Ema je kuželový odval, který je charakteristický svým vznikem, kdy bylo využito přirozeného svahu terénu. Původní tvar terénu je dnes nezjistitelný, protože celkový svah odvalu je vyvinut pouze částečně. Celková rozloha je 22 ha s maximální sypnou výškou 80 m. Halda vznikala mezi léty 1920 – 1995 (Schwarzerová, 2010).



Obrázek 4: Odval Ema s okolím v měřítku 1:10 000 (Mapy.cz, 2020 – upraveno autorem)

4.3 Geomorfologické poměry odvalu Ema

Území patří do celku Ostravská pánev, která je součástí oblasti Severní Vněkarpatské sníženiny. Geomorfologické členění je lépe vidět v tabulce 1 pod textem.

Tabulka 1: Geomorfologické členění oblasti odvalu Ema (Geoportal.gov.cz, upraveno autorem 2020)

Systém	Alpínsko-himalájský
Provincie	Západní Karpaty
Subprovincie	Vněkarpatské sníženiny
Oblast	Severní vněkarpatské sníženina
Celek	Ostravská pánev
Podcelek	Ostravská pánev
Okrsek	Orlovská plošina

Těžba uhlí v minulosti zásadně ovlivnila morfologii terénu, protože zde byly prováděny nutné terénní úpravy. Za zvláštní pozornost stojí Trojické údolí, které se svými 1200 m představuje dlouhou depresi, v jejímž středu je koryto potoka Burňa. Potok je v prostoru haldy Emy zatrubněn. Celý odval je dominantou města Ostravy, protože převyšuje o více než 60 m původně zarovnaný terén (Schwarzerová, 2010).

4.4 Geologické poměry odvalu Ema

Na zájmové lokalitě se vyskytují horniny uhlonosného karbonu (pískovce, prachovce, břidlice s polohami uhlí). Tyto horniny nejsou uloženy, v celém území hluboko, spíše pár cm pod povrchem, vyskytují se v podobě eluvia, které podléhalo zvětrávání. V severní části lokality se nacházejí tzv. Ostravské šlíry, které spadají do období spodního barrandienu, jedná se o šedo zelené vápnité jíly, které jsou denudačními zbytky z nadloží svrchnokarbonských sedimentů (Schwarzerová, 2010).

Ostravské souvrství má svůj vývoj v podložních kyjovických vrstvách. Báze tohoto souvrství je kladena do Štúrova mořského patra. Občas toto souvrství bylo zaplavováno mořem, takže mohou zde být nalezeny i akumulární plošiny. Díky sedimentaci, která byla v mobilnější zóně v prostředí variské předhlubně, se později intenzivně zvrásnily horniny. Sedimenty, které jsou molasového původu, obsahují jílovce, prachovce, pískovce a vývoj uhelných slojí (Weissmannová, 2004)

4.5 Klimatické poměry odvalu Ema

Okolí odvalu, včetně haldy Ema se řadí do okrsku MT10 (Quitt et al., 1971), který je charakteristický dlouhým, teplým a mírně suchým létem. Poměrně krátkým a mírně teplým jarem, podzim je také časově krátký a mírně teplý a zimou, která je zpravidla krátká, mírná a suchá. Podle meteorologické v Mošnově je průměrná roční teplota vzduchu 8,2°C (za období 1961 – 1990). Nejteplejším měsícem je červenec s teplotou 18,7°C a nejchladnějším je leden s průměrnou teplotou -2 °C. Podle stejné meteorologické stanice v Mošnově je i průměrný srážkový úhrn mezi léty 1961 – 1990 a to 702 mm. Některé klimatické charakteristiky lze nalézt v tabulce 2.

Tabulka 2: Klimatické charakteristiky (Quitt et al., 1971)

Počet letních dnů	40 - 50
Počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více	140 - 160
Počet mrazových dnů	110 - 130
Počet ledových dnů	30 - 40
Průměrná teplota v lednu	-2°C až -3°C

4.6 Hydrogeologické poměry odvalu Ema

Zájmová lokalita patří do hydrologického rajónu 2261 Ostravská pánev – ostravská část. Vyskytují se zde glacigenní sedimenty, jež jsou proměnlivé v horizontálním i vertikálním směru. V horních partiích tohoto glacigenního sedimentu jsou převážně jílovité a prachovité sedimenty. V plošně omezených polohách se vyskytují také písčité až jemně šterkovité uloženiny s mocností do 1 m a v těchto uloženinách se vytvářejí vesměs nespojitě a zavěšené zvodně. Tyto zvodně při hloubkových vrtech mohou narušit hladinu podzemní vody, která je po narušení nižší, než původně byla. Celkově lze glacigenní sedimenty charakterizovat jako komplex omezeně průlinově propustných hornin s koeficientem filtrace převážně v řádech 10^{-6} až 10^{-7} m/s. Podzemní vody zde mohou mít předpoklady k nepravidelným využitím avšak s omezenou spotřebou. V odvalu jsou také navážky, které jsou poměrně dobře průlinově propustné. Infiletrovaná srážková voda se se hromadí při základně odvalu, protože v jeho podloží leží omezeně propustné hlíny (jílovité) a tím zabraňují vodě jejímu průniku do hlubších vrstev (Schwarzerová, 2010 a Havrlant et al., 1967).

4.7 Hydrologické poměry odvalu Ema

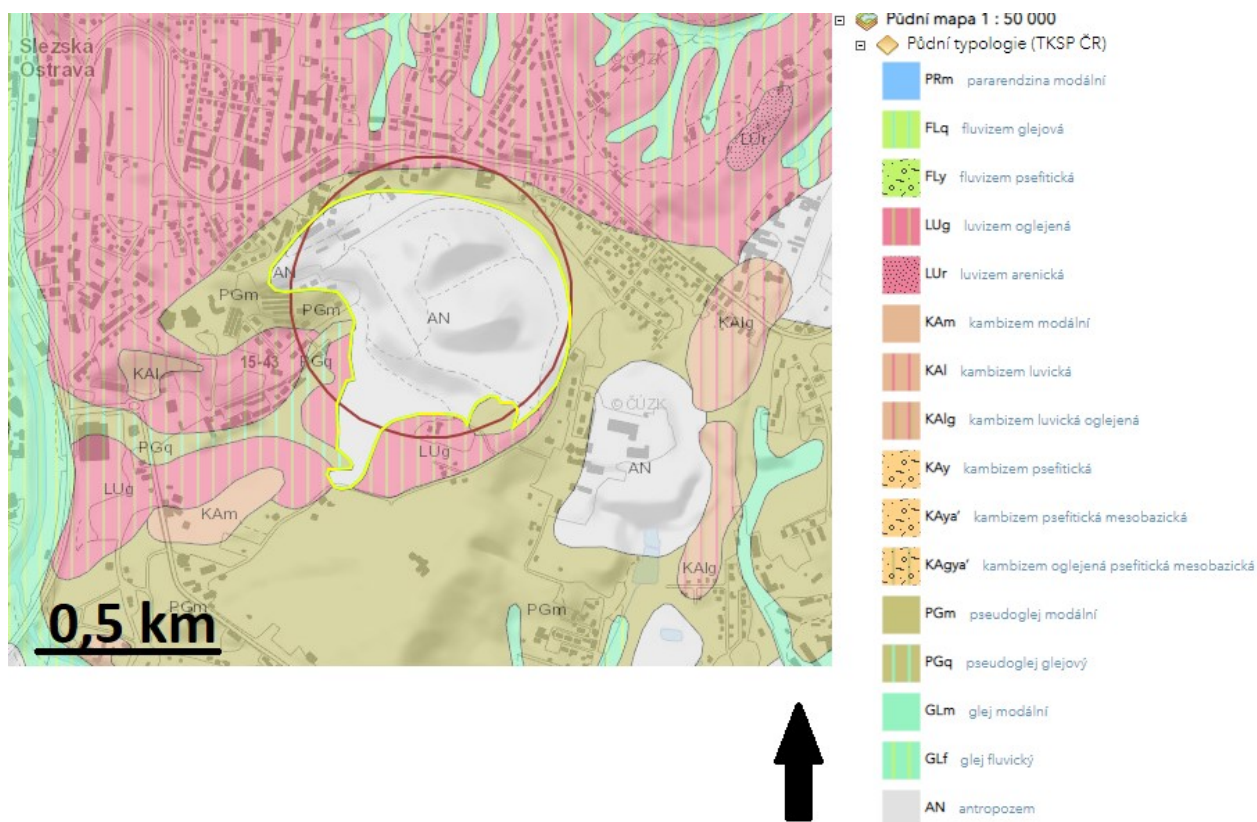
Oblast se řadí do povodí dolního toku Ostravice s číslem hydrologického pořadí 2-03-01-083 v režimu II-B-4-b, což znamená málo vodnou oblast, s malou retenční schopností. Odvodňovací řekou pro povrchovou i podzemní vodu je řeka Ostravice (Geoportal.gov.cz).

4.8 Pedologické poměry

Oblast Ostravské pánve je velmi ovlivněna lidskými zásahy a také dálkovým transportem emisí. Podle charakteru podložních hornin a jejich zvětralin vznikaly různé

druhy půd. V této oblasti převládají půdy hlinité. Velký vliv na jejich charakter mají také kyselé deště, které způsobují acidifikaci půd. Na některých místech může být půda kontaminovaná těžkými kovy jako je např. kadmium, olovo,...a to především z průmyslových oblastí Ostravy a Horního Slezska (Weissmannová, 2004).

Z pedologického hlediska hlavní dominantou této oblasti jsou pseudoglejové luvizemě. Podél vodních toků (Odra, Ostravice) se vyvinuly fluvizemě glejové (Jaroš, 2016).



Obrázek 5: Půdní mapa oblasti odvalu Ema (geology.cz, 2020 – upraveno autorem)

Podle půdní mapy (obrázek 5) je oblast odvalu Ema charakterizovaná jako antropozem, čili půda, která byla vytvořená člověkem. Kolem této oblasti se vyskytují pseudogleje modální (světle zelená barva) a také luvizemě oglejené.

4.9 Fauna a flóra

Podle katalogu biotopů České republiky se odval Ema řadí do biotopů s označením písmene X, což znamená že se jedná o biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem. Podrobně by se jednalo o označení X9, podle katalogu se jedná o lesní kultury, které byly vysázeny uměle a nebyly součástí původních lesů. Také je možno zařadit odval jednotky

X12, která je charakterizována nálety pionýrských dřevin. Na menších plochách strmých svahů haldy, je možné najít plochy s označením X6, což jsou antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla. Dle Chytrého (2010) má sporadická vegetace pokryvnost do 10 % (Chytrý, 2010).

V odvalu i na jeho povrchu probíhají stále termické procesy, které způsobují zvýšenou teplotu půdního pokryvu a čím i ohrožují faunu a flóru v blízkosti odvalu. Naopak teplé prostředí významně přispívá ohroženému taxonu *Chonopodium botrys* (merlík hroznovitý), který podle Švehlákové (2019) odolává změnám teplot a vyskytuje se právě na odvalu Ema. Také emise plynů, které jsou v bezprostřední blízkosti kavern, mají negativní vliv na druhové složení (Schwarzerová, 2010).

Pro průzkum **fauny** je nutné brát v potaz, že se jedná o biotu, která se nachází v přímé vazbě na městskou aglomeraci. Celkové číslo druhů vyskytujících se na této lokaci nelze zjistit, protože se často jednalo o druhy migrující přes tuto oblast. Ze zástupců druhů hmyzu se zde objevuje ruměnice pospolná, motýli, mravenci či slunéčka. Z výzkumu Hodečka a Kurase (2015) kteří zkoumali brouky vyskytující se na haldách stojí za zmínku brouci z čeledi střevlíkovitých. Mnohé exempláře byly vzácně se vyskytující, např. *Amara makolskii* (Hodeček a Kuras, 2015). Na okrajových částech odvalu se na krátko objevila ještěrka obecná. Z větších druhů obratlovců byl viděn bažant a nejspíš i zajíc, který je častý i v lidnatějších oblastech města Ostravy. Nejspíš kvůli častému pohybu lidí, větší savci nebyli zaznamenáni.

Složení **flóry** na této oblasti je výrazně ovlivněno lidskou činností. Okrajové oblasti mají charakter městské zeleně. Je zde např. pámelník bílý (*Symphoricarpos albus*), který je často vysazován ve městech (Schwarzerová, 2010). Vegetace na odvalu je celkově chudší a na místech, kde dochází k úniku plynu pak úplně chybí. Z dřevin můžeme pozorovat břízu bělokorou (*Betula pendula*), lípu srdčitou (*Tilia cordata*) nebo jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*). Z invazních druhů je zde křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*) nebo hvězdnice kopinatá (*Symphyotrichum lanceolatum*).

5. PŮDNÍ SEMENNÁ BANKA

Půdní semenná banka je termín, který označuje zásobárnu životaschopných semen, které jsou obsaženy v půdě. Jedná se o semena, která nebyla naklíčena, ale mají potenciál klíčivosti a tím mohou nahradit plnohodnotně vzrostlého jedince. Všechna semena, která jsou schopna života a jsou smíchána s půdou nebo jejími úlomky, tvoří půdní semennou banku (Christoffoleti a Caetano, 1998).

Složení půdní semenné banky závisí na druzích, protože se liší ve vlastnostech jejich klíčení a dormanci. Právě vlastnost setrvání semen v půdě zajišťuje přežití druhu. Pokud se druh nevyskytuje jako vzrostlý, může jeho zachování záviset na semenech v půdě. Obsah semen v půdě rovněž podporuje samovolnou sukcesi, která bývá častá na haldách (Richterová, 2007).

Půdní semenná banka je rozdělována na **přechodnou** a **trvalou**. Přechodné jsou charakterizovány semeny s krátkou dobou života. Nejsou tedy schopny dormance a bývají rozptýleny na krátkou dobu během roku. Trvalé půdní banky jsou složeny ze semen, které jsou stářím starší než 1 rok a zásoby těchto semen setrvávají v půdě více než 5 let. (Christoffoleti a Caetano, 1998).

Složení půdní semenné banky také závisí na stanovišti. Druhově nejrozmanitější složení je na mokřadech, zatímco lesy jsou chudší. Co do složení jednotlivých semen banky, je dominantních vždy několik druhů. Je časté, že 70 % semen z celkového vzorku tvoří pouze 10 druhů. V Evropě bylo vypořádováno, že ve většině studií byl vždy alespoň jeden vzorek *Betula pendula* (Kůrová, 2014 a Tiebel, 2018).

Pro studium půdní semenné banky, jsou nejčastěji používány 2 postupy. První metoda spočívá v promývání odebraných vzorků půdy přes síta různých velikostí ok (např. 0,2 mm), důležitá je jemnost práce tak, aby mohly být zachyceny i malé semena. Druhá metoda postupuje kultivací vzorků ve skleníku. Místo semen jsou určovány vyrůstající semenáčky. Nejčastěji se používá kombinace těchto metod (Kůrová, 2014.)

Podle následující tabulky (tabulka 3) byly orientačně stanoveny i velikosti zrn půdy ve vzorcích.

Tabulka 3: Členění zrnitostní frakcí (Jandák et al., 2007)

Název frakce	Průměr částic (v mm)	
Jíl	< 0,001	Jemnozem
Jílovité částice	< 0,01	
Jemný prach	0,001 – 0,005	
Střední prach	0,005 – 0,01	
Hrubý prach	0,01 – 0,05	
Jemný písek	0,05 – 0,25	
Střední písek	0,25 – 2,0	Skelet
Hrubý písek	2,0 – 4,0	
Štěrk	4,0 – 30,0	
Kámen	30,0 – 50,0	

6. METODIKA

Metodika se zaměřuje na praktické práce a na terénní výzkum. Jednotlivé podkapitoly jsou řazeny chronologicky za sebou, tak jak probíhal průzkum a to na 3 části – terénní práce a odběrová místa, laboratorní práce a zpracování dat a vyhodnocení. Terénní průzkum byl uskutečněn na zájmovém území haldy Emy a následné zpracování vzorků a dat bylo provedeno v laboratoři a výsledky jsou dále zpracovány pomocí aplikace Excel.

6.1 Terénní práce a odběrová místa

Celý odběr vzorků probíhal výhradně na odvalu Ema, který spolu s odvaly dolů Terezie a Petr Bezruč tvoří komplex o celkové rozloze 22 ha (Švehláková, 2019).

Odběr půdní semenné banky a květenství proběhl v říjnu 2019. Odběrná místa byla stanovena 3, na svahu se západní orientací. Odběrná místa měla velikost 1 m², z každého odběrného místa byly odebrány 3 vzorky půdní semenné banky a květenství bylo odebráno z plochy 50 cm² na těchto třech odběrných místech. Odběr semenné banky byl odebrán do cca 10 cm hloubky pomocí kopeckého válečků. Celkem bylo odebráno 9 vzorků půdní semenné banky.

Sběr květenství proběhl pouze 3x, na každém odběrovém místě jednou. Květenství bylo odebráno odstřiháváním a vloženo do uzavíratelných fólií tak, aby při transportu nedošlo k jejich ztrátě

Odběry byly náročnější díky sklonu svahu, který dosahuje více než 30 °. Sklon se může projevit i na složení půdní semenné banky, jak bude později podrobně popsáno.

Díky odebírání vzorků na podzim, kdy *Symphyotrichum lanceolatum* kvete, bylo snadné rozlišit místa s jejich pokryvností. Orientačně tyto plochy činily 75-100% pokryvnost. Na odběrových místech proběhl také orientační fytocenologický průzkum na ploše 5 m x 5 m podle Curyšsko – Montpelliérské školy a stupnice pokryvnosti podle Braun – Blanqueta (1964).

Tabulka 4: Braun-Blanquetova stupnice pokryvnosti (Divíšek et al., 2013)

Označení	Popis
r	Velmi vzácný, ojedinělý, výskyt 1-3 ks, pokryvnost zanedbatelná
+	Roztroušený, pokryvnost do 1 %
1	Roztroušený, početný, pokryvnost 1-5 %
2	Velmi početný, pokryvnost 5-25 %
3	Hojný, pokryvnost 25-50 %
4	Silně dominující, pokryvnost 50-75 %
5	Kryjící téměř celou plochu, pokryvnost 75-100 %

Půdní semenná banka nebyla rozdělena na trvalou a přechodnou z důvodu sypkého substrátu a také časového omezení. Hodnocení proběhlo extrakční metodou.

6.1.1 Odběrové místo 1

První odběrové místo zvoleno na spodní části svahu odvalu. V době odběru vzorku byla půda suchá a skeletnatá s prohořelou horninou. Na místě byla velmi vysoká pokryvnost *Symphyotrichum lanceolatum*, ale byly zde pozorovány i jiné druhy, jak ukazuje následující tabulka. Pokryvnost byla orientačně určena na místě pomocí metody podle Braun-Blanqueta, a také byla provedena orientační fytocenologická analýza místa.

Tabulka 5: Nalezené druhy na odběrovém místě 1 a jejich pokryvnost (Urbanová, 2020)

Druh	Pokryvnost
<i>Symphyotrichum lanceolatum</i>	4
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1
<i>Hypericum perforatum</i>	+
<i>Erigeron canadensis</i>	1



Obrázek 6: První odběrové místo, říjen 2019 (Urbanová, 2019)

6.1.2 Odběrové místo 2

Druhým odběrovým místem byla zvolena plocha v blízkosti výdudků. Půda zde byla vlhčí, zbarvením spíše tmavá a opět skeletnatá. Opět zde převažovala především hvězdnice kopinatá, ale objevily se i jiné druhy např. *Solidago canadensis*, který je rovněž druhem invazním. Přehled druhů a pokryvnost je vypsána v následující tabulce.

Tabulka 6: Nalezené druhy na odběrovém místě 2 a jejich pokryvnost (Urbanová, 2020)

Druh	Pokryvnost
<i>Symphyotrichum lanceolatum</i>	5
<i>Erigeron canadensis</i>	2
<i>Solidago canadensis</i>	+
<i>Rubus caesius</i>	+
<i>Poa annua</i>	+



Obrázek 7: Druhé odběrové místo, říjen 2019 (Urbanová, 2019)

6.1.3 Odběrové místo 3

Třetím zvoleným místem byla horní část odvalu Ema. Půda byla vlhká s častým mechovým nebo lišejníkovým porostem. Stejně jako v předchozích odběrech tak i zde byla skeletnatá.

Tabulka 7: Nalezené druhy na odběrovém místě 3 a jejich pokryvnost (Urbanová, 2020)

Druh	Pokryvnost
<i>Symphyotrichum lanceolatum</i>	5
<i>Digitaria sanguinalis</i>	1
<i>Calamagrostis epigejos</i>	+
<i>Quercus rubra</i>	r
<i>Hypericum perforatum</i>	r
<i>Erigeron canadensis</i>	+
<i>Poa annua</i>	r

Natálie Urbanová: Výskyt invazní hvězdnice kopinaté (*Symphyotrichum lanceolatum*) na svazích odvalu Ema



Obrázek 8: Třetí odběrové místo, říjen 2019 (Urbanová, 2019)

Následující obrázek orientačně ukazuje, která odběrná místa byla vybrána na svahu odvalu Ema.



Obrázek 9: Vyznačení odběrových míst (mapy.cz, 2020 – upraveno autorem)

6.2 Laboratorní práce

Odebrané vzorky půdní semenné banky a květenství byly následně zpracovány v laboratoři.

Všech 9 vzorků půdy s potenciálním obsahem semen bylo důkladně extrahováno přes laboratorní síto s průměrem ok 0,2 mm dle metodiky Kůrové (2007) a Švehlákové (2019). Obsah vzorku byl nasypán do tohoto síta a pomocí proudu vody byly rozbity i větší hrudky půdy, které mohly obsahovat vzorky semen. Díky vodě byly odplaveny i částice jemnozeme, které by ztěžovaly extrakci semen z půdy.

Vlhká hmota byla ze sít odebrána na čisté papíry, aby mohla důkladně proschnout.



Obrázek 10: ukázka vzorku půdy (Urbanová, 2019)

Takto připravené vzorky byly uskladněny na suchém místě s dostatkem slunečního záření a ponechány schnutí přibližně 5 – 7 dní.

Druhým úkolem v laboratoři bylo důkladné separování semen astry kopinaté z květenství odebraného v terénu. Práce probíhaly v prosinci 2019, květenství bylo tou dobou suché a mrtvé od data jeho sběru. Bylo důležité vyseparovat semena od zbytku tak, aby mohly být zvážena a dopočítána do orientačního množství, které bylo na odebraném květenství. Pro tento účel bylo pomocí pinzety separováno z každého vzorku (celkem 3 vzorky) 1000 semen, práce to je náročná, především pro malé rozměry semen a je třeba pracovat v podmínkách bez průvanu či jiného proudění větru, kvůli ochmýření semen, které tak mohou být jednoduše rozptýleny. Semena byla odebírána nad bílým papírem, aby byl jasně viditelný kontrast tmavých nažek.

Po napočítání 1000 semen, které bylo pro každé plodenství unikátní, bylo nutné tuto sumu zvážit. Semena byla opatrně přesunuta z listu papíru do Petriho misek a zvážena. Vážení probíhalo na analytických vahách s přesností na 4 desetinná místa. Následně byla zvážena i zbytková plodenství astry kopinaté, aby mohla být dopočítána přibližná suma semen na jednom květenství. Celková suma byla vypočítána na základě matematické trojčlenky.

Vzorky půdní semenné banky, které byly ponechány měsíc důkladnému sušení bylo nutné dále zpracovat a zjistit, zda jsou v půdě jiná semena než očekávané plody astry kopinaté. Separace semen z půdy byla práce opět velmi náročná, především na zrak. Semena občas splývala s drobnými kamínky a bylo nutné použití lupy (Levenhuk Zeno gem M9, 30x zvětšení). Výsledných 9 vzorků půdní semenné banky ze 3 odběrových míst bylo sesbíráno do papírových sáčků a následně byla provedena determinace semen dle Bojnanský, Farkašová 2007 a Lhotská et al., 1985, Hejný a Slavík 1988, 1990 a 1992, www.planatlas.eu.

6.3 Zpracování dat

Květenství: Data byla zpracována pomocí aplikace Excel 2016 v balíčku Office od firmy Microsoft. Dále pro zjištění celkové sumy byl použit vzorec matematické trojčlenky, pro každý odběr květenství zvlášť.

Půdní semenná banka: Celkových devět vzorků bylo podrobena důkladné analýze, která spočívala v přesívání obsahu z Kopeckého válečků podle metodiky používané pro tyto účely a následnému sběru semen. Půdy byly popsány z hlediska barvy, zrnitosti a jiných

částí, které byly nalezeny. Zrnitost byla rovněž určena orientačně podle zrnitostní frakce podle Jandáka (2007). Jednotlivé výsledky vzorků jsou uvedeny v další kapitole.

Všech 9 vzorků je rozděleno na obrázky (obrázky 11 – 28) s půdou čerstvě po proplachu, které jsou orientovány na levé straně a obrázky s již suchou půdou, které jsou na pravé části. Vlhká půda nebyla blíže popsána, až po důkladném vyschnutí byly pozorovatelné rozdíly.

VZOREK 1



Obrázek 11: Vzorek 1 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019)



Obrázek 12: suchý vzorek 1 při hledání semen (Urbanová, 2019)

Vzorek měl po vyschnutí hnědou a místy šedou barvu, obsah skelet s ostrými hranami. Vyskytovaly se zde i jemné částice. Při větším přiblížení pomocí lupy bylo možno pozorovat zbytky kořínků rostlin či mechy. Byly nalezeny i malé schránky plžů, které nebyly klasifikovány.

Celkový počet nalezených semen, která byla v tomto vzorku jsou 3 semena, z toho 2 patří *Symphyotrichum lanceolatum* a 1 *Betula pendula*.

VZOREK 2



Obrázek 13: Vzorek 2 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019)



Obrázek 14: Suchý vzorek 2 při hledání semen (Urbanová, 2019)

Půda druhého vzorku měla výslednou barvu hnědou a šedavou. Úlomky byly velmi ostré a jednalo se o zbytky prohořelé horniny. Zrna velikostně hrubozrnná až po jemný písek. Při bližším prohlížení byly zjevné zbytky trav a mechů, rovněž se objevily zbytky schránek drobných plžů.

Druhý vzorek byl bohatší na počet semen, zastoupen byl pouze 2 zástupci a to *Symphyotrichum lanceolatum* se 74 semeny a *Betula pendula* s 1 semenem.

VZOREK 3



Obrázek 15: Vzorek 3 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019)



Obrázek 16: Suchý vzorek 3 při hledání semen (Urbanová, 2019)

U vzorku číslo 3 převažovala barva hnědá. Zrnitost byla skeletnatá s plochými a ostrými zrny a častými většími úlomky s velikostí větší než 1 cm. Zbytky odumřelých kořínků a mechů.

U třetího vzorku bylo nalezeno celkově 15 semen. Druh *Symphyotrichum lanceolatum* zastoupil 10 semen a zbývajících 5 semen patřil opět *Betula pendula*.

VZOREK 4



Obrázek 17: Vzorek 4 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019)



Obrázek 18: Suchý vzorek 4 při hledání semen (Urbanová, 2019)

Půda při hledání semen byla jasně šedá. Mezi velikostmi jednotlivých částic vzorku byly velké rozdíly v rozměrech, které se lišily i o 5 cm. Jednotlivé zrna byly ostrá. Chyběly zde zbytky travního porostu.

Semen *Aster lanceolatum* bylo nalezeno a identifikováno¹⁹ a *Betula pendula* měla více semen a to 10.

VZOREK 5



Obrázek 19: Vzorek 5 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019)



Obrázek 20: Suchý vzorek 5 při hledání semen (Urbanová, 2019)

Barva pátého vzorku byla rezavě hnědá, prohořelá. Skeletnatá s hrubými zrny s občasným výskytem větších částic z výsypky. Opět se objevily zbytky trávy.

Celkový počet semen nalezených na pátém odběrovém místě byl 41, z toho *Aster lanceolaum* tvořilo 36 semen a *Betula pendula* zbylých 5.

VZOREK 6



Obrázek 21: Vzorek 6 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019)



Obrázek 22: Suchý vzorek 6 při hledání semen (Urbanová, 2019)

Ve vzorku se vykytovaly jak hnědé tak i šedé zbytky z výsypky. Převažovala obléjší zrna, ale vyskytlo se i menší množství zrn s ostrými hranami, které dosahovaly svými rozměry až 2 cm. Nebyly nalezeny žádné zbytky mechů či trav, ani schránky živočichů.

Půdní semenná banka šestého vzorku obsahovala pouze *Betula pendula* o 3 semenech.

VZOREK 7



Obrázek 23: Vzorek 7 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019)



Obrázek 24: Suchý vzorek 7 při hledání semen (Urbanová, 2019)

Většinou hnědý vzorek obsahoval cca 7 kusů větších hornin, které měly oblé hrany. Zrnitost byla rovněž různorodá. Byly zde zbytky dřeva, mechů i listů.

Sedmý vzorek půdní semenné banky byl objemnější co do počtu semen. *Symphyotrichum lanceolatum* bylo nalezeno 74 semen a *Betula pendula* 1 semeno.

VZOREK 8



Obrázek 25: Vzorek 8 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019)

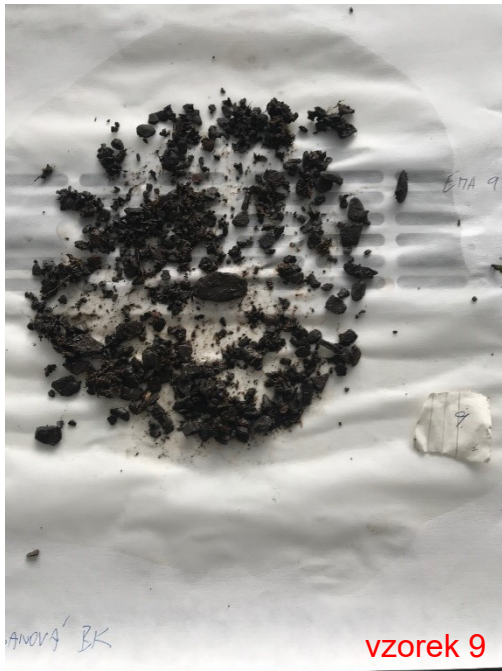


Obrázek 26: Suchý vzorek 8 při hledání semen (Urbanová, 2019)

Celkově byla barva opět hnědá s pouze místy se vykytovala šedá zrna. Celková zrnitost byla menší i malé částice zde byly ve větším počtu. Štěrk ve vzorku byl vesměs oblý po hranách. Byl nalezen pouze jeden zbytek trávy či mechu.

Tento vzorek byl sterilní, nebylo nalezeno žádné semeno.

VZOREK 9



Obrázek 27: Vzorek 8 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019)



Obrázek 28: Suchý vzorek 9 při hledání semen (Urbanová, 2019)

V posledním vzorku převažovala barva šedá. Půda byla značně zrnitá s průměrnou velikostí zrn mezi 0,5 – 1 cm. Jednotlivé částice nebyly ostré. Opět byly nalezeny zbytky trav, které nebyly identifikovány.

V posledním vzorku bylo nalezeno 11 semen *Symphyotrichum lanceolatum* a 8 semen *Betula pendula*.

7. VÝSLEDKY

Květenství

ODBĚR 1

1000 ks semen.....0,8115 g

x ks semen.....1,5649 g

$$x = 1928 \text{ ks}$$

Na prvním odběrném místě, které se vykytovalo na úpatí odvalu bylo z odebraného květenství zjištěno celkový počet semen 1928 kusů.

ODBĚR 2

1000 ks semen.....1,3505 g

x ks semen.....3,7431 g

$$x = 2771 \text{ ks}$$

Na druhém odběrovém místě bylo 2771 kusů semen astry kopinaté. Místo se nacházelo u výdůchů odvalu Ema.

ODBĚR 3

1000 ks semen.....0,6759 g

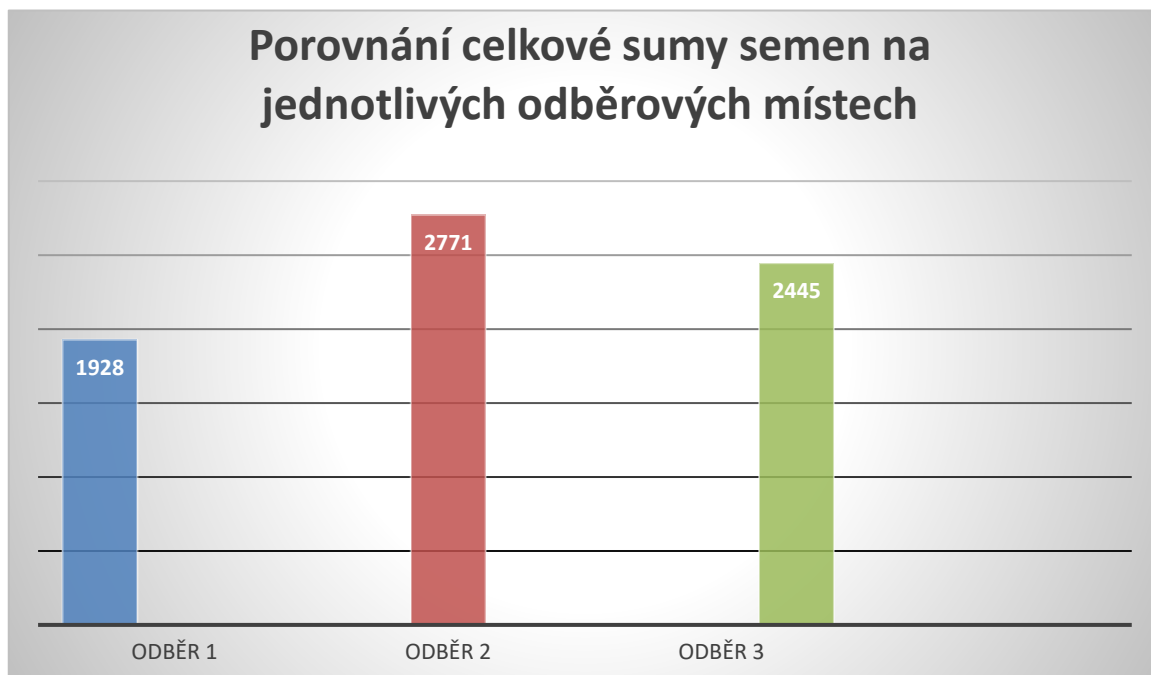
x ks semen.....1,6524 g

$$x = 2445 \text{ ks}$$

Na třetím odběrovém místě nacházející se u vrcholu odvalu bylo celkem 2445 kusů z odběru květenství

V následujícím grafu 1 jde vidět odchylky v počtu semen ze všech 3 odběrů.

Graf 1: Porovnání celkové sumy semen na jednotlivých odběrových místech (Urbanová, 2020)

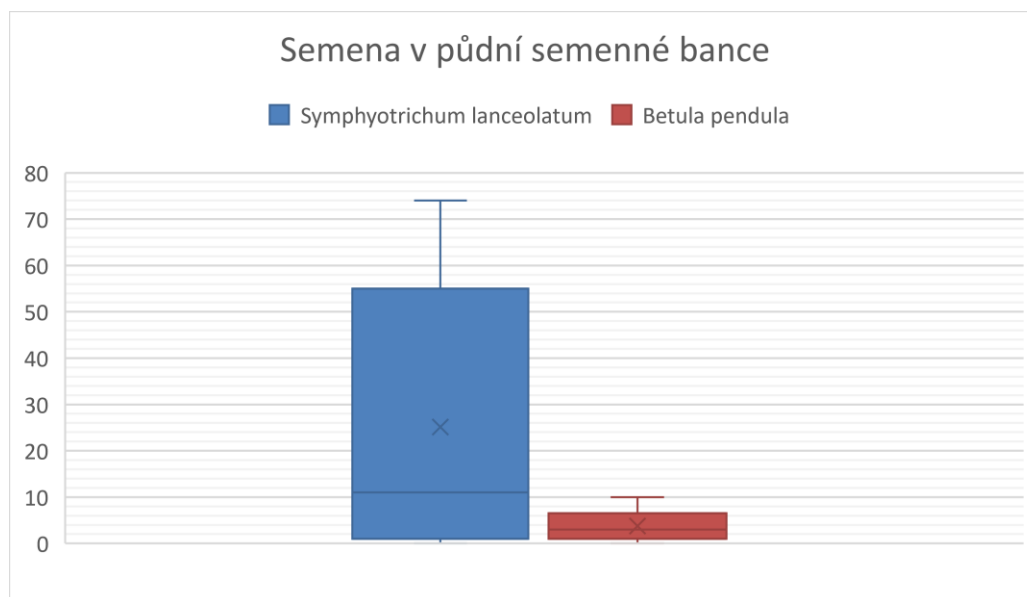


Půdní semenná banka

Celkově byla půdní semenná banka monotónní. Byly nalezeny semena pouze dvou zástupců a to *Symphyotrichum lanceolatum* a *Betula pendula*. Dominance invazní rostliny je tedy značná i v půdním profilu. Při prozkoumání daných míst odběru, nebylo téměř možné, aby se zde vyskytovala ještě jiná semena, protože porost hvězdnice kopinaté byl velmi hustý.

V následujícím grafu 2 je ukázán celkový výsledek z půdní semenné banky. Maximum počtu semen bylo 74 semen pro *Symphyotrichum lanceolatum* a 10 semen pro *Betula pendula*. Minimum bylo stejné pro oba zástupce a to 0 semen. Průměrně se vyskytovalo po zaokrouhlení 25 semen *Symphyotrichum lanceolatum* a 4 semena *Betula pendula*.

Graf 2: Celkové výsledky semen v půdní semenné bance v devíti odběrech (Urbanová, 2020)



Všechny výsledné počty semen nalezené v půdní semenné bance jsou v následující tabulce 8.

Tabulka 8: Celkové počty semen v jednotlivých vzorcích (Urbanová, 2020)

	<i>Symphyotrichum lanceolatum</i>	<i>Betula pendula</i>	
	Počet semen	Počet semen	
VZOREK 1	2	1	ODBĚR 1
VZOREK 2	74	1	
VZOREK 3	10	5	
VZOREK 4	19	10	ODBĚR 2
VZOREK 5	36	5	
VZOREK 6	0	3	
VZOREK 7	74	1	ODBĚR 3
VZOREK 8	0	0	
VZOREK 9	11	8	

8. DISKUZE

Květenství

Provedeny byly 3 odběry květenství *Symphyotrichum lanceolatum* na 3 poměrně vzdálených místech.

Z prvního odběrového místa, jenž se nacházelo na úpatí odvalu bylo sběrem a následným počítáním nashromážděno 1928 kusů semen. První odebrané květenství bylo rovněž hmotnostně nejmenší. Tato hmotnost může být díky nižší pokryvnosti tohoto místa oproti zbývajícím dvou odběrům. Obsahovalo velké množství zbytků okvětních lístků a stonků oproti ostatním vzorkům.

Druhé odběrové místo bylo, co do počtu a hmotnosti větší. Hvězdnice kopinatá měla dostatek slunečního svitu a nebyly zde stromy, které by místu stínily. Celkový počet semen z odběru květenství byl 2771 kusů. Toto místo se nacházelo v blízkosti výdudků. Zajímavé bylo, že počet semen byl o tolik větší i při pokryvnosti 75 – 100 %. Odebrané vzorky byly také čistější, neobsahovaly tolik zbytků okvětních lístků a stonků.

Třetí odběrové místo, které bylo u vrcholu haldy mělo také dostatek slunečního svitu, v blízkosti se nevyskytovaly stromy ani jiné křoviny. Celkový počet semen byl i zde s porovnáním z prvního místa, větší a čítal 2445 kusů.

Obdobné monitorování provedli Obratov-petković et al. (2009), kteří v metodice nepočítali semena, ale monitorovali počet jedinců na m². Jejich plochy byly mnohem rozlehlejší (několik m²) a počet jedinců se pohyboval v desítkách na 1 m². Z těchto hodnot, lze usoudit opravdu neprostupnost porostu hvězdice kopinaté, jak je zmíněno na mých odběrových místech 1 - 3, kdy je pokryvnost hodnocena číslem 5, které odpovídá procentuálnímu vyjádření 75 – 100 % dle Braun-Blanqueta (1964).

Stanoviště Emy je pro astru kopinatou ideální. Ruderální podklad Emy je jedním z typických stanovišť astry, která je ve společenstvech směřujících k asociaci *Asteretum lanceolati* Holzner et al. 1978. Pro tato společenstva jsou typické podmínky dostatečného slunečního svitu nebo velmi hustý porost, což bylo potvrzeno v lokalitě haldy.

Počet odběru květenství nebyl natolik rozsáhlý, aby bylo možné stanovit průměrný rozsah semen. Lze však říct, že na tak malé ploše, ze které bylo květenství odebráno je počet pravděpodobných nových jedinců značný

Hvězdnice kopinatá má optimum výskytu při pH 4,6 – 7,8. Reakce nebyla měřena, avšak podle Havrlanta et al. (1967) a Kouteckého (2011) bylo pH Emy pod 5,5 což je dále podle Chmielewskieho a Sempleho (2001) ideální reakce substrátu.

Půdní semenná banka

Semena obsažená v 9 vzorcích byla velmi monotónní, což podporuje i tvrzení Obratov-petković (2009), který zkoumal kompetitivní chování astrů. Tento fakt, potvrzuje i má půdní semenná banka, ve které byla ve značné převaze nalezena semena právě *Symphyotrichum lanceolatum*. Další semena patřila pouze *Betula pendula*, která je typickou náletovou dřevinou podle Kouteckého (2011) a Stalmachové (1996) a často se vyskytuje na odvalech.

Bylo zajímavé, že ačkoli byly vzorky půdy odebrány přímo ve výskytu hvězdnice kopinaté, lišily se množstvím semen na vzorek. Jeden odběr vzorku byl dokonce sterilní. Naopak jiný odběr vzorku čítal až 72 kusů semen. Jednou z příčin rozdílného množství semen může být sklon odvalu, který souvisí i s gravitačním spádem vody při dešti. Tuto domněnku potvrdili i Christoffoleti a Caetano (1998), kteří ve své studii zmiňují faktory ovlivňující dynamiku půdní semenné banky. Další příčinou různého množství semen může být výskyt drobných hlodavců, může souviset s kolísavým počtem semen. Tímto faktorem se zabýval Hulme (1998), který zjistil, že až 50 % semen může být těmito hlodavci zničeno. Podle Kůrové (2014) obsah půdní semenné banky závisí i na velikosti a tvaru semen. Semena *Symphyotrichum lanceolatum* jsou rýhovaná, podlouhlá a ochmýřená, velikostně do 2 mm..

Jak už bylo zmíněno v rešeršní části, hvězdnice kopinatá se rozmnožuje převážně generativně, pomocí semen. Semena dosahují klíčivosti kolem 40 % podle studie Chmielewskieho a Sempleho (2001). Nalezená semena v půdní semenné bance nebyla kvůli omezení časem podrobena zkoušce klíčivosti, proto nemohu potvrdit údaj výše zmíněných autorů.

Mimo semena obsahovaly vzorky půdy i zbytky drobných korýšů, jejichž ulity byly větší než průměr ok síta a to 0,2 mm. Tito plži, které nebylo pro potřebu práce charakterizovat, jsou důkazem života v půdě na odvalu.

9. ZÁVĚR

Byla popsána současná a stále se rozvíjející problematika invazních druhů rostlin. Rovněž byly zmíněny možnost zavlečení flóry z druhého konce světa až k nám, do Česka a také fakt, že spíše jde o zavlečení a rozšíření z nedbalosti než z úmyslu. Dále byly zmíněny a popsány managementy v boji s těmito rostlinami.

Studium rostliny původem ze Severní Ameriky na posttěžebním odvalu Ema ukázalo invazivnost zavlečeného druhu. Původně okrasná rostlina, která byla součástí botanických zahrad, dokázala díky nedbalosti zahradníků za několik let překonat bariéry plotů a stala se součástí mnoha stanovišť po celé České republice. Její kvetoucí půvab se změnil v nepropustnou síť pro ostatní druhy, které nemohly s tak silným jedincem soutěžit.

Metodická část obsahovala postup pro práci v terénu i v laboratoři. Podstatné kroky, které vedly k výsledkům; počet semen z květenství a složení půdní semenné banky. Na těchto výsledcích jde vidět hrozbu, kterou invazní hvězdnice kopinatá je pro ekosystém.

Cíle, které byly stanoveny v úvodu byly splněny. V květenství ze třech odběrů byly spočítány semena a také půdní semenná banka byla proseta tak, aby mohly být zkoumány semena hvězdnice kopinaté a popřípadě jiných druhů, ale díky hustému porostu byla prokázána silná dominance tohoto druhu a proto byl nalezen pouze jeden jiný druh - *Betula pendula*.

Pro podrobnější a kvalitnější výsledky bylo třeba doplnit další fytocenologické snímkování a informace o kvalitě půdy. Tyto práce bych ráda uskutečnila v navazujícím studiu a v rámci diplomové práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. BOJŇANSKÝ, V., FARKAŠOVÁ, A., *Atlas of seeds and fruits of central and east-European flora. The Carpathian Mountains region.* – Springer, Dordrecht, 2007. ISBN 978-1-4020-5362-7
2. BRAUN – BLANQUET, J., *Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde.* 3. neubearb. und wesentlich vermehrte Aufl. Wien: Springer Verlag, 1964
3. DIVÍŠEK, J. a M. CULEK. *Biogeografie* [online]. 2. vydání. Brno: Masarykova univerzita, 2013 [cit. 2020-05-09]. ISBN 978-80-210-6801-8.
4. HAVRLANT, M., GERLICH, V., KINCL, M., , *Přírodní podmínky a současný stav vegetačního krytu na černouhelných haldách Ostravsko-karvinského revíru.* Ostrava, 1967, Pedagogická fakulta v Ostravě, 81 stran.
5. HEJDA, M., *Invaze nepůvodních druhů rostlin a jejich důsledky.* *Forum ochrany přírody* [online]. 2017, 4(3), 53 [cit. 2020-02-23]. ISSN 2336-5056. Dostupné z: <http://www.casopis.forumochranyprirody.cz/uploaded/magazine/pdf/3-2017.pdf>
6. HEJNÝ, S., SLAVÍK, B., HROUDA, L., SKALICKÝ, V. (eds),: *Květena České republiky.* 2. Academia, Praha, 1990.
7. HEJNÝ, S., SLAVÍK, B., CHRTEK, J., TOMŠOVIC, P., KOVANDA, M. (eds),: *Květena České socialistické republiky.* 1. Academia, Praha, 1988,
8. HEJNÝ, S., SLAVÍK, B., KIRSCHNER, J., KŘÍSA, B. (eds),: *Květena České republiky* 3. Academia, Praha, 1992,
9. HODEČEK, J., KURAS, T., *Vzácní brouci na ostravských haldách – mají rekultivace odvalů vůbec smysl? Živa* [online], 2015, (5), 4 [cit. 2020-02-26].
10. HOŠEK, M.. *Význam slova 'Expanzní druh'.* *Příroda* [online]. [cit. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://www.priroda.cz/slovník.php?detail=957>
11. HRONEŠ, M.,. *Aster lanceolatus - hvězdnice kopinatá.* *Natura Bohemica*, 2009 [online]. [cit. 2020-02-24]. Dostupné z: <http://www.naturabohemica.cz/aster-lanceolatus/>
12. HULME, P.E., *Post-dispersal seed predation: Consequences for plant demography and evolution. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* [online]. 1998, vol. 1, issue 1, p. 32 - 46 [cit. 2020-05-25]. DOI 10.1078/1433-8319-00050
13. CHMIELEWSKI, J., G., SEMPLE, J., C., *The biology of Canadian weeds.* 113. *Symphytotrichum lanceolatum* (Willd.) Nesom [*Aster lanceolatus* Willd.] and S.

- lateriflorum (L.) Löve & Löve [*Aster lateriflorus* (L.) Britt.]. *Canadian Journal of Plant Science* 81 (4), 2001, 829-849.
14. CHRISTOFFOLETI, P.J., CAETANO R.S.X. Soil seed banks. *Scientia Agricola* [online]. 1998, **55**(spe), 74-78 [cit. 2020-05-13]. DOI: 10.1590/S0103-90161998000500013. ISSN 0103-9016.
 15. CHYTRÝ, M. a PYŠEK, P. Kam se šíří zavlečené rostliny?: Rozdíly v invadovanosti velkých území. *Živa* [online].. 2009a, (1), 11-14. [cit. 2020-02-23].
 16. CHYTRÝ, M., *Katalog biotopů České republiky: Habitat catalogue of the Czech Republic*. 2. vyd. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2010. ISBN 978-80-87457-03-0.
 17. JANDÁK, J., POKORNÝ, E., PRAX, A., *Půdoznalství*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, ISBN 978-80-7157-559-7
 18. KOUTECKÝ, T.,: *Hodnocení lesnických rekultivací a spontánní sukcese na antropogenním reliéfu v okolí Ostravy*. Disertační práce. Brno, Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, 2011, 121 stran.
 19. KOVANDA M. & Kubát K. (*Aster* L. – hvězdnice. – In: Slavík B., Štěpánková J. & Štěpánek J. (eds), *Květena České republiky* 7, Academia, Praha, 2004, p. 125–140
 20. KŮROVÁ, J., Ke studiu půdní semenné banky. *Živa* [online].. 2014, 2 [cit. 2020-05-13].
 21. LHOTSKÁ, M., KROPÁČ, Z., *Kapesní atlas semen/plodů a klíčících rostlin*. Praha, SPN., 1985
 22. MLÍKOVSKÝ, J., STÝBLO, P.: *Nepůvodní druhy fauny a flóry ČR-vyšší rostliny*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha. 2006, ISBN 80–86770–17–6
 23. MOHLENBROCK R., USDA, NRCS, 1997 - Northeastern Wetlands Flora @ USDA-NRCS PLANTS Database <https://plants.sc.egov.usda.gov/java/>
 24. NIELSEN, C. , RAVN, H.P., NENTWIG, W., WADE, M.,: The giant hogweed best practice manual. Guidelines for the management and control of an invasive alien weed in Europe. *Forest and Landscape Denmark*, Hoersholm, 2005, 44 pp.
 25. OBRATOV-PETKOVIĆ, D.. *Ecology and distribution of an invasive species Aster lanceolatus Willd. on wet habitats in Belgrade*. 2009, Bulletin of the Faculty of Forestry 100: 159-178.

26. PERGL, J., SÁDLO, J., PETRUSEK, A., et al. Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. *NeoBiota* [online]. 2016, **28**, 1-37 [cit. 2020-04-08]. DOI: 10.3897/neobiota.28.4824. ISSN 1314-2488. Dostupné z: <http://neobiota.pensoft.net/articles.php?id=4824>
27. Půdní mapa 1 : 50 000, Klad listů ZM50, Rastrová Půdní mapa 1 : 50 000. In: <div class="attribute-custom-style">Půdní mapa 1 : 50 000
</div> [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/pudy/>
28. PYŠEK, P., Rostlinné invaze v současném světě – fakta, příčiny a souvislosti. *Živa* [online]. 2008, (5), 4 [cit. 2020-02-23].
29. PYŠEK, P., 2. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*. **2004**(53), 13. DOI: <https://doi.org/10.2307/4135498>.
30. PYŠEK, P., DANIHELKA, J., SÁDLO, J., CHRTEK, J. JUN., CHYTRÝ, M., JAROŠÍK, V., KAPLAN, Z., KRAHULEC, F., MORAVCOVÁ, L., PERGL, J., ŠTAJEROVÁ, K., TICHÝ, L.. *Catalogue of alien plants of the Czech Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns*, 2012. *Preslia* 84: 155–255
31. PYŠEK, P., et al. *Návrh české terminologie vztahující se k rostlinným invazím* [online] Zprávy České botanické společnosti. Praha, 2008, 43: 219-221.
32. PYŠEK, P., CHYTRÝ, M., PERGL, J., SÁDLO, J. a WILD, J.. *Plant invasions in the Czech Republic: current state, introduction dynamics, invasive species and invaded habitats*. *Preslia*. 2012, 84(3), 626-628. ISSN 0032-7786.
33. QUITT, E. *Klimatické oblasti Československa*. Brno: Geografický ústav ČSAV, 1971. *Studia Geographica*, 73.
34. RICHTEROVÁ, J., *Půdní semenná banka a přežívání semenáčků v různě obhospodařovaných porostech* [online]. Olomouc, 2007 Dostupné z: http://grasslandecology.euweb.cz/students/Richterova2007_DP.pdf. Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci
35. SEMPLE, J. C. a. CHMIELEWSKI, J. G., Revision of the *Aster lanceolatus* complex, including *A. simplex* and *A. hesperius* (Compositae: Astereae). *Canadian Journal*

- of Botany* [online]. 1987, **65**(5), 1047-1062 [cit. 2020-02-26]. DOI: 10.1139/b87-146. ISSN 0008-4026.
36. SCHWARZEROVÁ, I., . *Analýza rizik (Ema)*. Brno, 2010. Protokol. DIAMO, s.p., Máchova 201, 42127 Stráž pod Ralskem.
37. SKÁLOVÁ, H., ŠTAJEROVÁ, K., HEJDA M., et al., *Invaze ve faktech a termínech. Veronica: časopis pro ochranu přírody a krajiny* [online]. Brno: ZO ČSOP Veronica, 2014(2), 2-5 [cit. 2020-02-21]. Dostupné z: <http://www.casopisveronica.cz/clanek.php?id=1063>
38. STALMACHOVÁ, B., *Základy ekologické obnovy průmyslové krajiny*. Ostrava, Vysoká škola báňská, 1996, 155 stran.
39. ŠVEHLÁKOVÁ, H., STALMACHOVÁ, B., NOVÁKOVÁ, J. *Plán snižování rizik spojených s invazními druhy rostlin v Orlové*. Ostrava, 2019a
40. ŠVEHLÁKOVÁ, H., STALMACHOVÁ, B., NOVÁKOVÁ, J., OLSZEWSKI, P., GRABOWSKI J. a NEUSTUPA, Z., *Příručka k určování invazních druhů rostlin v Orlové a Mszane*. Ostrava: Image Studio, 2019b. ISBN 978-80-907502-0-3.
41. ŠVEHLÁKOVÁ, H., *Půdní semenné banky posttěžební krajiny Horního Slezska* [online]. Ostrava, 2019c [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10084/138579>. Disertační práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava.
42. TIEBEL, K., HUTH, F., WAGNER, S.: Soil seed banks of pioneer tree species in european temperate forests: a review. *I Forest -Biogeosciences and Forestry*. 2018,11(1): 48-57. DOI: 10.3832/for2400-011. ISSN 19717458.
43. WEI, Chen-yu, Jen-kai WANG, Han-chun SHIH, Hsi-chieh WANG a Chi-chien KUO. Invasive plants facilitated by socioeconomic change harbor vectors of scrub typhus and spotted fever. *PLoS Neglected Tropical Diseases* [online]. 2020, **14**(1), 1-26 [cit. 2020-02-20]. DOI: 10.1371/journal.pntd.0007519. ISSN 19352727.
44. WEISSMANNOVÁ, H., *Ostravsko*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2004. Chráněná území ČR. ISBN 80-86064-67-0.

ELEKTRONICKÉ ZDROJE A DATABÁZE

ČÚZK: <https://geoportal.cuzk.cz>

Digital Plant Atlas Project: www.plantatlas.eu

PLADIAS : www.pladias.cz

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Porovnání celkové sumy semen na jednotlivých odběrových místech (Urbanová, 2020).....39

Graf 2: Celkové výsledky semen v půdní semenné bance v devíti odběrech (Urbanová, 2020)40

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Zastoupení neofytů v ČR vyjádřeno v procentech (Pyšek et al.,2012)5

Obrázek 2: Popis těla hvězdice kopinaté (Chmielewski a Semple, 2000)9

Obrázek 3: Obrázek výskytu hvězdice kopinaté (plants.cs, ©1997).....10

Obrázek 4: Odval Ema s okolím v měřítku 1:10 000 (Mapy.cz, 2020 – upraveno autorem) 133

Obrázek 5: Půdní mapa oblasti odvalu Ema (geology.cz,2020 – upraveno autorem) 166

Obrázek 6: První odběrové místo, říjen 2019 (Urbanová, 2019)22

Obrázek 7: Druhé odběrové místo, říjen 2019 (Urbanová, 2019).....233

Obrázek 8: Třetí odběrové místo, říjen 2019 (Urbanová, 2019).....255

Obrázek 9: Vyznačení odběrových míst (mapy.cz,2020 – upraveno autorem).....25

Obrázek 10: Ukázka vzorku půdy (Urbanová, 2019).....26

Obrázek 11: Vzorek 1 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019).....29

Obrázek 12: Suchý vzorek 1 při hledání semen (Urbanová, 2019).....	29
Obrázek 13: Vzorek 2 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019).....	30
Obrázek 14: Suchý vzorek 2 při hledání semen (Urbanová, 2019).....	30
Obrázek 15: Vzorek 3 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019).....	31
Obrázek 16: Suchý vzorek 3 při hledání semen (Urbanová, 2019).....	31
Obrázek 17: Vzorek 4 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019).....	32
Obrázek 18: Suchý vzorek 4 při hledání semen (Urbanová, 2019).....	32
Obrázek 19: Vzorek 5 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019).....	33
Obrázek 20: Suchý vzorek 5 při hledání semen (Urbanová, 2019).....	33
Obrázek 21: Vzorek 6 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019).....	34
Obrázek 22: Suchý vzorek 6 při hledání semen (Urbanová, 2019).....	34
Obrázek 23: Vzorek 7 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019).....	35
Obrázek 24: Suchý vzorek 7 při hledání semen (Urbanová, 2019).....	35
Obrázek 25: Vzorek 8 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019).....	36
Obrázek 26: Suchý vzorek 8 při hledání semen (Urbanová, 2019).....	36
Obrázek 27: Vzorek 8 čerstvě po proplachu vodou (Urbanová, 2019).....	37
Obrázek 28: Suchý vzorek 9 při hledání semen (Urbanová, 2019).....	37

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Geomorfologické členění oblasti odvalu Ema (Geoportal.gov.cz, upraveno autorem 2020)	13
Tabulka 2: Klimatické charakteristiky (Urbanová. 2020)	15
Tabulka 3: Členění zrnitostní frakcí (Jandák et al., 2007)	19
Tabulka 4: Braun-Blanquetova stupnice pokryvnosti (Divíšek et al., 2013)	211
Tabulka 5: Nalezené druhy na odběrovém místě 1 a jejich pokryvnost (Urbanová, 2020)	211

Tabulka 6: Nalezené druhy na odběrovém místě 2 a jejich pokryvnost (Urbanová, 2020).....	23
Tabulka 7: Nalezené druhy na odběrovém místě 3 a jejich pokryvnost (Urbanová, 2020).....	24
Tabulka 8: Celkové počty semen v jednotlivých vzorcích (Urbanová, 2020).....	40